

**Patents Act 1977**  
**Examiner's report to the Comptroller under Section 17**  
**(The Search report)**

21

Application number  
 GB 9322206.5

**Relevant Technical Fields**

- (i) UK Cl (Ed.M) G1N (NCDC, NCDG, NCDN)  
 (ii) Int Cl (Ed.5) G01N 27/83, 27/87, 27/90

**Databases (see below)**

(i) UK Patent Office collections of GB, EP, WO and US patent specifications.

(ii) ONLINE DATABASES: WPI

Search Examiner  
 D J MOBBS

Date of completion of Search  
 6 JANUARY 1994

Documents considered relevant  
 following a search in respect of  
 Claims :-  
 1-24

**Categories of documents**

- X:** Document indicating lack of novelty or of inventive step.      **P:** Document published on or after the declared priority date but before the filing date of the present application.  
**Y:** Document indicating lack of inventive step if combined with one or more other documents of the same category.      **E:** Patent document published on or after, but with priority date earlier than, the filing date of the present application.  
**A:** Document indicating technological background and/or state of the art.      **&:** Member of the same patent family; corresponding document.

Category	Identity of document and relevant passages		Relevant to claim(s)
X	GB 950696	(UNITED AIRCRAFT) see particularly page 3 lines 48-63 and Figures 1 and 2	1,4,8,11, 16,19
X	US 4510447	(EXXON) see particularly column 3 line 62 to column 4 line 18 and Figures 1 and 2	1,4,8,11, 16,19

Databases: The UK Patent Office database comprises classified collections of GB, EP, WO and US patent specifications as outlined periodically in the Official Journal (Patents). The on-line databases considered for search are also listed periodically in the Official Journal (Patents).

⑨日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A)

昭54—99910

⑤Int. Cl.<sup>2</sup>  
H 02 K 21/00 //  
H 02 K 29/00

識別記号 ⑤日本分類  
55 A 44  
55 A 42

庁内整理番号  
7733—5H  
2106—5H

④公開 昭和54年(1979)8月7日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 7 頁)

④電動機

⑦発明者 小林一二

門真市大字門真1006番地 松下  
電器産業株式会社内

②特 願 昭53—6818

②出 願 昭53(1978)1月24日

②発明者 後藤誠

門真市大字門真1006番地 松下  
電器産業株式会社内

⑦出 願 人 松下電器産業株式会社

門真市大字門真1006番地

⑦代 理 人 弁理士 中尾敏男 外1名

明 細 書

1、発明の名称

電動機

2、特許請求の範囲

(1) 等ピッチ間隔または、ほぼ等ピッチ間隔に固定磁化されたP極(ただし、Pは2以上の偶数)の磁極を有する界磁部と、T個(ただし、TはPより大きい整数)の磁性歯を有する電機子鉄心と、その電機子鉄心に巻装されたn相の駆動巻線群を有し、かつ上記界磁部と電機子鉄心のうち、いずれか一方が他方に対して回転自在であって、上記TとPとの最大公約数をRとし、 $T/R = L$ とおくとき、上記駆動巻線群の相数nが、 $n = (2m+1)$ (ただし、mは1以上の整数)の場合には、 $L > (2m+1)$ 、 $n = 2m$ の場合には、 $L > m$ の關係に設定したことを特徴とする電動機。

(2) 特許請求の範囲第(1)項の記載において、前記電機子鉄心は、その磁性歯間の溝が半閉溝とされ、かつ前記磁性歯の先端中央部分が、その両

側部分に較べて前記界磁部の磁極方向に接近した構造を有していることを特徴とする電動機。

(3) 特許請求の範囲第(1)項または第(2)項の記載において、前記駆動巻線群の総巻線個数をDとするとき、

$$D < P$$

としたことを特徴とする電動機。

3、発明の詳細な説明

本発明は巻線用の溝が設けられた電機子鉄心を有する電動機に関するものである。

一般に、電機子鉄心に巻線用の溝を設けて磁性歯を構成した電動機は、溝を設けない電動機と比較して巻線に多くの界磁磁束を鎖交させることができるため、小型、軽量で大きな出力トルクを出す電動機となる。

しかし、電機子鉄心が巻線用の溝により磁氣的に不均一な構造であるために、たとえば界磁部として永久磁石を使用する場合、永久磁石との相互作用によってコギング力を発生させるという欠点がある。以下、このことについて3相駆動方式の

電動機を例にとって図面を参照して説明する。

第1図は従来の電動機の一例の要部構成図である。同図において、ロータ1に取付けられた永久磁石2は、等角度間隔( $90^\circ$ )または、ほぼ等角度間隔に4極の磁極を有する円環状の磁石であり、界磁部を構成している。

電機子鉄心3は、3個の磁性歯4a, 4b, 4cを有し、それらは等角度間隔( $120^\circ$ )または、ほぼ等角度間隔に位置し、前記永久磁石2の磁極と所要間隙あけて配置されている。

上記の各磁性歯4a, 4b, 4cには、それぞれ1個の駆動巻線5a, 5b, 5cが巻装されている。

前記磁性歯4a, 4b, 4cは永久磁石2の磁極との相対位置関係について独立な3相に分かれている。従って、たとえばホール素子などの磁気感应素子により、永久磁石2の回転位置を検出し、トランジスタのごとき半導体スイッチによって、通電する駆動巻線を順次切換えて行くならば、ロータ1を同一方向へ連続して回転させ得る。

の位相差がある。従って、電機子鉄心3の有する合成の磁気的な変動分は第2図に実線で示すようになる。なお、第2図に示す破線a, b, cは各溝5a, 5b, 5cの磁気的な変動分を表わしている。

第2図から明らかなように、第1図に示す従来の電機子鉄心3の磁気的な変動分は3つの山、谷を有する大きな変動となる。その結果、コギング力もロータの1磁極ピッチの回転に対して力の向きが6回変化する。

本発明は以上の観点から、巻線用溝を有する電機子鉄心を具備した電動機でありながら、電機子鉄心が有する磁気的な変動分の大きさを小さくし、さらには変動の周波数を高くして、コギング力の小さい電動機を提供するものである。

以下、本発明を図面に基いて説明する。

第3図に本発明の一実施例の要部構成図を示す。同図において、ロータ1に取付けられた永久磁石2は、等角度間隔または、ほぼ等角度間隔( $90^\circ$ )に4極の磁極を有する円環状の磁石であり、これ

次に、このような第1図の従来例の電機子鉄心3が有する磁気的な変動分とコギング力の関係について説明する。

一般に、永久磁石2と電機子鉄心3の間の磁場に貯えられた磁気エネルギーが、その両者の相対位置に応じて変化することにより、コギング力が生じる。磁気エネルギーは磁束密度の2乗に比例する量であるから、永久磁石2は1磁極ピッチを基本周期として、その高調波成分の磁気的な変動分を主に有している。従って、永久磁石2の1磁極ピッチを基本周期として、電機子鉄心3の磁気的な変動分を考えれば良く、一般に、その変動分を小さくするか、変動の周波数を高くするならば、永久磁石2との相互作用であるコギング力は小さくなる。

第1図に示す従来例の電機子鉄心3の磁気的な変動分は、磁性歯間の溝5a, 5b, 5cにより生じる。上記各溝5a~5cは、ほぼ同一の形状をなし、永久磁石2の磁極との相対位置関係について溝5a, 5b, 5cの間には1磁極ピッチの1/3

は第1図に示した従来例と同様のものがある。電機子鉄心13は9個の磁性歯(突極)A<sub>1</sub>~A<sub>9</sub>を有し、それらは等角度間隔または、ほぼ等角度間隔( $40^\circ$ )に位置し、前記永久磁石2の磁極と所要間隙あけて対向配置されている。また、前記磁性歯A<sub>1</sub>とA<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>とA<sub>5</sub>, A<sub>7</sub>とA<sub>8</sub>には図示のごとく駆動巻線15a, 15b, 15cがそれぞれ巻装されている。

上記駆動巻線15a, 15b, 15cは永久磁石2の磁極との相対位置関係について独立な3相に分かれている。従って、たとえばホール素子などの磁気感应素子により永久磁石2の回転位置を検出し、トランジスタのごとき半導体スイッチによって、通電する各相の駆動巻線を順次切換えて行くならば、ロータ1を同一方向へ連続して回転させ得る。なお、かかる駆動回路については周知のものを使用できるので、ここでの詳しい説明は省略する。

次に、本実施例の電機子鉄心13が有する磁気的な変動分について説明する。磁性歯間の溝B<sub>1</sub>~

B<sub>9</sub> は、永久磁石2の磁極との相対位置関係について1磁極ピッチの1/9の位相差で個々に独立な位相となっている。そのため、各溝B<sub>1</sub>～B<sub>9</sub>による磁気的な変動分の関係は、第4図に破線で示すようになる。従って、電機子鉄心13の合成磁気的な変動分は同第4図に実線で示すように9個の山、谷を有するようになる。これを第2図に示す従来例の磁気的な変動分と比較するならば、変動の大きさは小さく、さらに変動の支配的な成分の次数は3倍の高次になっている。

一般に、コギング力の各成分の大きさは、電機子鉄心の有する該当成分の大きさと、界磁部である永久磁石の有する該当成分の大きさの積に関係し、その積が小さくなればコギング力の該当成分の大きさも小さくなる。また、永久磁石の有する成分は、通常、高次の成分になる程、その大きさは減衰する。

従って、電機子鉄心の有する磁気的な変動分の大きさが小さい点と、変動の支配的な成分の次数が高次であることにより、第3図に示す本発明の

となすことにより、電機子鉄心の磁気的な変動分の支配的な成分の次数を高次にできるため、コギング力の小さな電動機とし得る。特に、相数の小さな電動機において、

$$L > 2 \cdot (2m+1) \dots\dots\dots (3)$$

とするならば、本発明の効果は大となる。

第3図の実施例では、 $T=9$ 、 $P=4$ 、 $R=1$ であることから $L=9$ となり、相数(3相)の3倍となっている。

また、前述の第3図の実施例に示すように、1つの溝に重複して別の相の駆動巻線を巻装しないようにしたならば、巻線作業は簡単になる。さらに、駆動巻線の個数を界磁部の磁極数より少なくするならば、巻線を重複しないように配置できるため、巻線作業は著しく容易になる。特に $(2m+1)$ 相の場合には、(駆動巻線の個数):(磁極数) =  $(2m+1):(2m+2)$ にすると良い。

更に第3図の実施例では、開放溝構造の電機子鉄心を使用した場合を示したが、本発明は、その

実施例のコギング力は著しく小さくなっている。

以上の説明から明らかなように、本発明は、電機子鉄心の磁性歯間の溝が永久磁石の磁極との相対位置関係について独立な位相となる相数を多くするように、磁性歯数を選定して、電機子鉄心の磁気的な変動分の支配的な成分を高次にするか、または、その大きさを小さくし、コギング力を低減させたものである。第3図に示した本発明の実施例においては、3相の駆動巻線群を巻装した電機子鉄心の磁性歯の数を相数の3倍に選び、磁性歯間の溝が永久磁石の磁極との相対位置関係について独立な位相にして、コギング力を小さくした。

ここで、磁性歯数を $T$ 、磁極数を $P$ 、 $T$ と $P$ との最大公約数を $R$ とすれば、磁性歯間の溝の独立な相数 $L$ は、

$$L = T/R \dots\dots\dots (1)$$

となる。一般に、駆動巻線の相数が $(2m+1)$ 相の場合には、

$$L > (2m+1) \text{ (ただし、} m \text{ は} 1 \text{ 以上の整数)} \dots\dots\dots (2)$$

ような構造のみに限定されるものではなく、第5図に例示するとき半閉溝構造の電機子鉄心を使用した場合も同様に実施可能である。すなわち、第5図は本発明の別の実施例の要部構成図であり、図中のロータ1および永久磁石2は前述の第3図の実施例で使用されているものと同様である。電機子鉄心23は等角度間隔または、ほぼ等角度間隔 $(24^\circ)$ で放射状に突出せる15個の磁性歯 $A_1 \sim A_{15}$ を有し、それらの磁性歯間の溝 $B_1 \sim B_{15}$ は半閉溝になっている。また、磁性歯 $A_1 \sim A_4$ には第1相の駆動巻線25a、磁性歯 $A_5 \sim A_9$ には第2相の駆動巻線25b、そして磁性歯 $A_{11} \sim A_{14}$ には第3相の駆動巻線25cといったように3相の巻線群が巻装されている。上記駆動巻線25aに鎖交する磁束の流入幅すなわち実効ピッチは溝 $B_1$ の中心と溝 $B_5$ の中心との角度間隔にほぼ等しく、およそ $96^\circ$ となっている。これは、永久磁石2の1磁極ピッチ $(90^\circ)$ にほぼ等しくなっている。他の相の駆動巻線25b、25cについても同様である。なお、第5図に示した実施例の駆動原理

は前述の第3図の実施例と同様である。

次に、第5図の実施例における電機子鉄心の磁氣的不均一性およびコギング力について説明する。磁性歯数  $T = 16$ 、磁極数  $P = 4$  であり、 $T$  と  $P$  との最大公約数  $R = 1$  であるから、磁性歯間の溝が永久磁石の磁極との相対位置関係について独立な位相となる相数  $L$  は、 $L = T/R = 16 > 3$  (駆動巻線の相数) となる。また、各溝が半閉溝であるから、溝の開ビッチを小さくすることができ、各溝による磁氣的変動の大きさを小さくできる。

従って、前述の第3図の実施例の場合と同様に、第5図の実施例の電機子鉄心の磁氣的な変動分の大きさは小さくなり、さらに変動の支配的な成分の次数は相数の6倍になる。その結果、第5図の実施例の電動機のコギング力は著しく高い周波数のものとなり、大きさも小さくなっている。また、第5図の実施例では各磁性歯  $A_1 \sim A_{15}$  を、図示のように磁性歯の中心部の方が、その両側部分よりも永久磁石2の磁極に接近するように構成している。そのため、電機子鉄心の磁氣的変動分のう

32の磁極と所要間隙あけて対向配置されている。また、磁性歯  $A_1 \sim A_3$ 、 $A_5 \sim A_7$ 、 $A_9 \sim A_{11}$ 、 $A_{13} \sim A_{15}$  には4相の駆動巻線35a、35b、35c、35dが巻装されている。それらの各駆動巻線の実効ビッチは、およそ67.5°であり、永久磁石32の1磁極ビッチにほぼ等しくされている。

駆動巻線35a～35dは4相に分かれているから、この場合も、たとえばホール素子などの磁気感应素子により永久磁石32の回転位置を検出し、トランジスタのごとき半導体スイッチにより、通電する駆動巻線を順次切替えて行くなれば、ロータ31を同一方向へ連続して回転させ得る。

次に、第6図の実施例の電機子鉄心の磁氣的不均一性とコギング力について説明する。磁性歯数  $T = 16$ 、磁極数  $P = 6$  であり、 $T$  と  $P$  との最大公約数  $R = 2$  であるから、磁性歯間の溝が永久磁石の磁極との相対位置関係について独立な位相となる相数  $L$  は、 $L = T/R = 8$  となる。従って、電機子鉄心の磁氣的な変動分の支配的な成分の次

ち、高次の成分が小さくなり、コギング力は低減する。この場合も駆動巻線の実効ビッチを永久磁石の1磁極ビッチに、ほぼ等しくするならば、駆動巻線に鎖交する磁束の最大値は大きくなり、また、回転角に対する鎖交磁束の変化率が一定となる幅が広くなり、効率の良い、しかもトルク・リップルの少ない電動機を実現し得る。

なお、前述の第3図および第5図に示した本発明の実施例は、いずれも3相駆動方式の電動機について示し奇数相の場合について説明したが、本発明はそのような構造のみに限らず、偶数相の場合でも実施できる。

第6図は4相駆動方式とした本発明のもう一つの実施例の要部構成図である。これを説明すると、ロータ31に取付けられた永久磁石32は等角度間隔または、ほぼ等角度間隔(60°)に6極の磁極を有する円環状の磁石である。電機子鉄心33は放射状に突出せる16個の磁性歯  $A_1 \sim A_{16}$  を有し、それらは、ほぼ等角度間隔(22.5°)に位置し、ロータ31に取付けられた円環状永久磁石

数は高次になっており、また、大きさも小さくできるから、第6図の実施例のコギング力も小さいものとなっている。

一般に、相数を  $2m$  (ただし、 $m$  は1以上の整数) とするとき、溝の相数  $L$  を

$$L > m \quad \dots\dots\dots (4)$$

とするならば、本発明の効果を得ることができる。特に、相数の小さな電動機において、

$$L > 2m \quad \dots\dots\dots (5)$$

とするならば、その効果は大となる。

本実施例においても、各駆動巻線の実効ビッチを1磁極ビッチにほぼ等しくしているため、トルク・リップルが少なく効率の良い電動機となる。

また、駆動巻線の個数が界磁部の磁極数よりも少ないため巻線が重複することがなく、巻線作業の容易な電動機となる。特に、 $2m$  相の場合には、(駆動巻線の個数) : (磁極数) =  $m$  : ( $m+1$ ) にすれば良い。

もちろん本発明は、駆動巻線の実効ビッチを界磁部の1磁極ビッチに等しく、または、ほぼ等し

くした場合に限られるものではなく、1磁極ピッチよりも長くしたり、短かくしても良いことはいうまでもない。

また、前述の本発明の各実施例においては、永久磁石により界磁を行なうことにより磁束のバラツキを少なくし安定な界磁を得るようにしたが、本発明は、そのような界磁発生構造のみに限らず、その他、たとえば界磁コイルに電流を流すような界磁発生構造も採用可能で、一般には、等ピッチ間隔または、ほぼ等ピッチ間隔でN、S極が磁化される界磁部であれば良い。また、磁極がスキューを有していても有効である。また、前述の本発明の各実施例においては、ロータに界磁部を設けたが、本発明は界磁部を固定子とし、電機子鉄心を回転子とした場合も同様に実施できるし、さらには外転型に限らず、内転型であっても良い。また、電機子鉄心の各磁性歯は硅素鋼板の積層体に限らず、鉄板を適当に折り曲げて形成しても良い。

以上の説明から明らかなように、本発明は、コギング力が著しく小さい電動機を実現可能にした

ものである。また、本発明において駆動巻線の実効ピッチを界磁部の1磁極ピッチに等しく、または、ほぼ等しくするならば、トルク・リップルも小さい電動機を実現し得る。さらに、駆動巻線の個数を界磁部の磁極数よりも少なくするならば、巻線作業の容易な製造の簡単な電動機とし得る。従って、本発明に基づき、特に音響機器用電子整流子型電動機を構成するならば、トルク変動の少ない電動機を安価にかつ量産性良く提供することができる。

#### 4、図面の簡単な説明

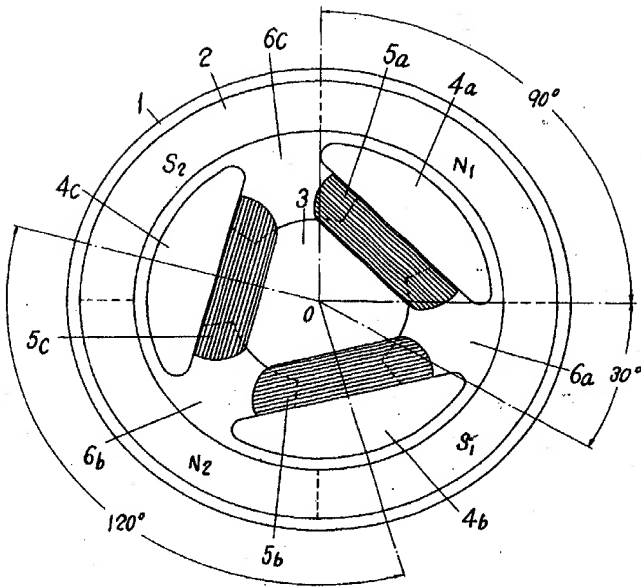
第1図は従来の電動機の一例の要部構成図、第2図は第1図の電動機における電機子鉄心が有する磁気的な変動分を示す図、第3図は本発明の一実施例の要部構成図、第4図は第3図の実施例の電機子鉄心が有する磁気的な変動分を示す図、第5図および第6図はそれぞれ本発明の別の実施例の要部構成図である。

1, 31 ……ロータ、2, 32 ……永久磁石、13, 23, 33 ……電機子鉄心、A<sub>1</sub> ~ A<sub>16</sub> ……

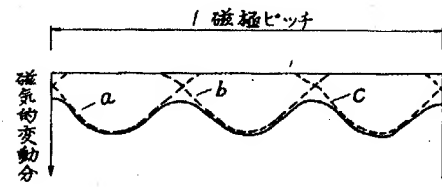
…磁性歯、15a ~ 15c, 25a ~ 25c, 35a ~ 35d ……駆動巻線、B<sub>1</sub> ~ B<sub>16</sub> ……磁性歯間の溝。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

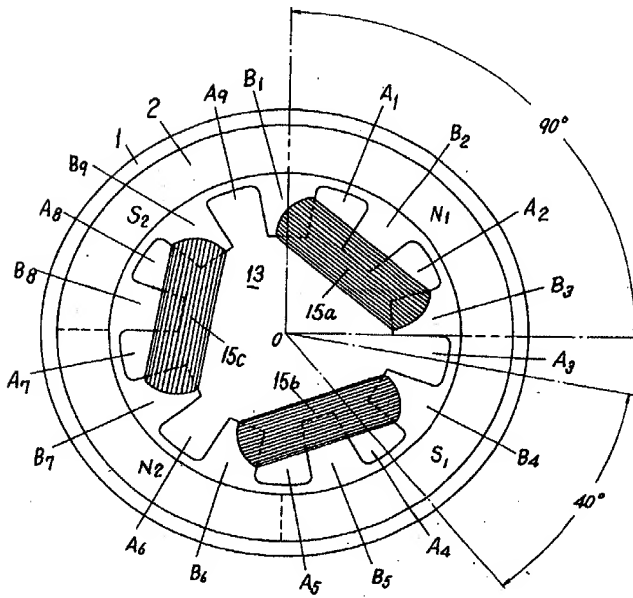
第 1 図



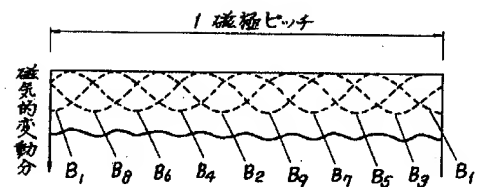
第 2 図



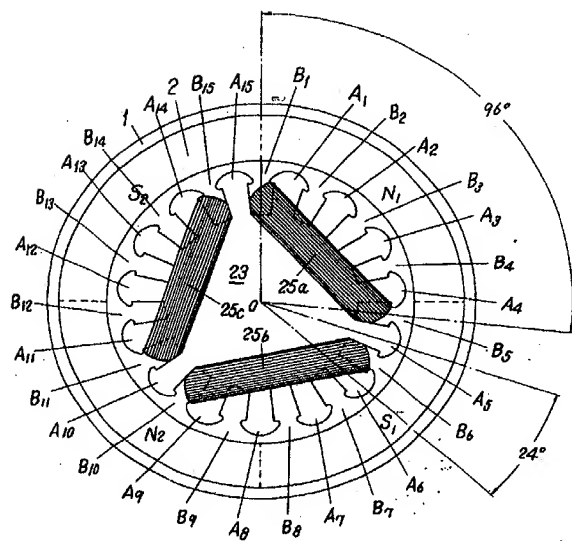
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

